

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 08201694
PUBLICATION DATE : 09-08-96

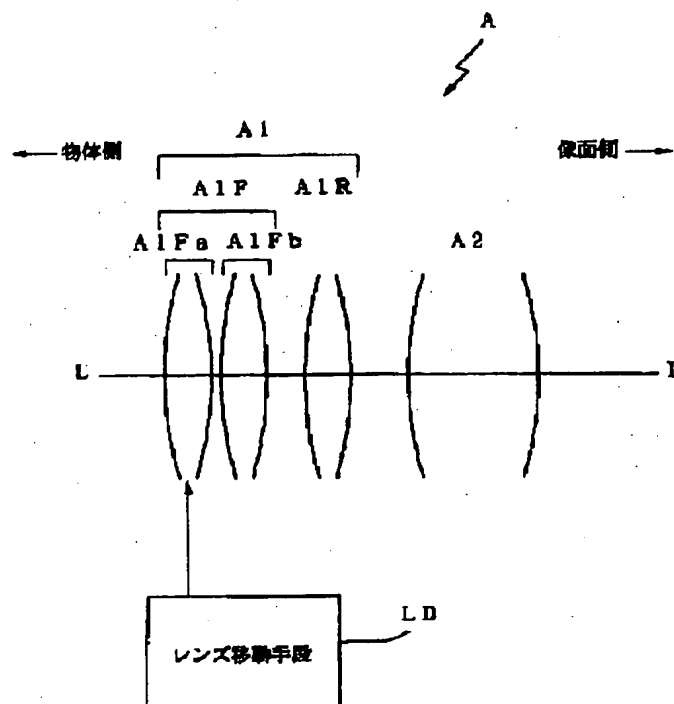
APPLICATION DATE : 30-01-95
APPLICATION NUMBER : 07031881

APPLICANT : SONY CORP;

INVENTOR : ISHIHARA KIICHI;

INT.CL. : G02B 15/16 G02B 27/64

TITLE : IMAGE BLURRING CORRECTING
VARIABLE POWER OPTICAL SYSTEM



ABSTRACT : PURPOSE: To decrease the effective diameter of a fixed lens by making a front lens composing an afocal front group a movable lens and a lens arranged behind the fixed lens in an image blurring correcting variable power optical system.

CONSTITUTION: A first group A1 and a succeeding variable power group A2 are arranged in order from the object side in an optical system A and the first group A1 is composed of a front group A1F of an afocal system and a rear group A1R having a positive refractive power. The front group A1F is composed of a movable group A1Fa and a fixed group A1Fb arranged behind and when the optical system A is inclined, the movable group A1Fa is moved in the direction orthogonal to the optical axis L-L by means of a lens driving part LD. By making the movable group A1Fa a positive lens and the fixed group A1Fb a negative lens, the interval between the fixed group A1Fb and the rear group A1R is shortened. By making the movable group A1Fa a negative lens and the fixed group A1Fb a positive lens, the focal distance of the system is shortened and the viewing angle is expanded.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-201694

(43) 公開日 平成8年(1996)8月9日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 2 B 15/16
27/64

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平7-31881

(22) 出願日 平成7年(1995)1月30日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 菊地 修一

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 田中 和洋

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 石原 基一

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

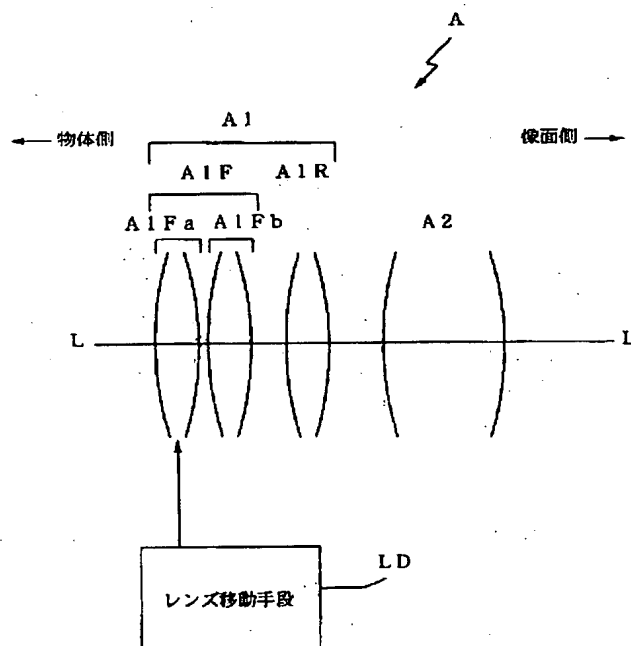
(74) 代理人 弁理士 小松 祐治

(54) 【発明の名称】 像ブレ補正変倍光学系

(57) 【要約】

【目的】 像ブレ補正変倍光学系において、アフォーカル系前群を構成する前側のレンズを可動レンズとし、その後ろに配置されるレンズを固定レンズとすることで、固定レンズの有効径を小さくする。

【構成】 光学系Aは、第1群A1とこれに続く変倍群A2とが物体側からこの順に配置されており、第1群A1がアフォーカル系の前群A1Fと正の屈折力をもつ後群A1Rとによって構成されている。前群A1Fを、可動群A1Faと、その後方に配置される固定群A1Fbとで構成し、光学系Aが傾いた時にレンズ駆動部LDによって可動群A1Faを光軸L-Lに対して直交する方向に移動させる。可動群A1Faを正レンズとし、固定群A1Fbを負レンズとすることによって、固定群A1Fbと後群A1Rとのレンズ間隔を短くすることができる。また、可動群A1Faを負レンズとし、固定群A1Fbを正レンズとすることによって、系の焦点距離を短くして画角を大きくとることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光軸方向に移動不能とされた第1群と、該第1群に続く変倍群とが物体側からこの順に配置されてなる像ブレ補正変倍光学系において、第1群がアフォーカル系の前群と正の屈折力をもつ後群とによって構成されるとともに、前群が可動群とその後方に配置される固定群とからなり、変倍光学系が傾いた時にレンズ移動手段によって可動群が光軸に対して直交する方向に移動されることを特徴とする像ブレ補正変倍光学系。

【請求項2】 請求項1に記載の像ブレ補正変倍光学系において、可動群が正レンズ、固定群が負レンズとされたことを特徴とする像ブレ補正変倍光学系。

【請求項3】 請求項1に記載の像ブレ補正変倍光学系において、可動群が負レンズ、固定群が正レンズとされたことを特徴とする像ブレ補正変倍光学系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、アフォーカル系を構成する可動群を全系の光軸に対して直交する方向に移動させることによって像ブレ補正を行なうようにした像ブレ補正変倍光学系であって、アフォーカル系を構成する前側のレンズ群を可動群とし、その後ろに配置されるレンズ群を固定群とすることで、固定群に係るレンズの有効径を小さくすることができるようにした新規な像ブレ補正変倍光学系を提供しようとするものであり、例えば、携帯型のビデオカメラ等の光学系において好適な像ブレ補正を行なうことができるようにしたものである。

【0002】

【従来の技術】携帯型の小型ビデオカメラ等は、軽量であるがために撮影時に手振れが生じ易く、例えば、ズームアップで撮影した画像を再生したときに、像ブレが生じることになる。

【0003】そこで、手振れ補正については各種の方式が提案されており、例えば、手振れセンサーによって装置本体の動きを検出するとともに、撮影系の一部を構成するレンズ群を移動させて像ブレをなくすようにしたレンズ系が知られている。

【0004】例えば、図8に示す光学系aは、光軸L-Lに沿って配置される5つのレンズ群から構成されており、第1群G1を構成する最も物体側のアフォーカル部A1Fが負レンズの後方に可動の正レンズが配置された構成とされている。そして、第1群G1を構成する後群A1Rが3枚のレンズによって構成され、第2群G2が3枚、第3群G3が1枚、第4群G4が2枚のレンズ、第5群G5が3枚のフィルターによってそれぞれ構成されている。

【0005】尚、第3群G3のレンズの前には絞り（図では「STOP」と記す。）が配置されており、また、像面（図では「SF」と記す）は、第5群G5の後方に所定の距離だけ離隔した位置とされている。

【0006】この例では、アフォーカル部A1Fを構成する2枚のレンズに両凹レンズと両凸レンズを用い、前側に位置する両凹レンズb1を固定レンズとし、後側に位置する両凸レンズb2を可動レンズとし、両凸レンズb2を図示しない移動手段によって光軸L-Lに対して垂直する方向、つまり上下及び／又は左右方向に移動させる構成となっている。

【0007】光線cは、光軸L-Lに対して角度 θ をもってレンズ系aに入射する光に対して、両凸レンズb2を矢印Dに示す方向に移動させることによって光軸L-Lに沿うように像ブレ補正を行った時の光路を示している。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記のようにアフォーカル部A1Fの後側レンズb2を可動レンズとする光学系にあっては、可動レンズの大きさが系全体の外径を決定しており、可動レンズの有効径を小さくすることが困難であるため、これが装置の小型化を阻む原因となっているという問題がある。

【0009】尚、アフォーカル部A1Fにおける2枚目（後側）のレンズb2のレンズの有効径は、像高、絞り面での光線位置等を考慮した光線追跡処理によって求められる。

【0010】即ち、像面での光量が不足することなく受光するためには、光線が受光器の有効エリアに到達するという条件を満足しなければならない。例えば、1/4インチCCD型エリアイメージセンサーでは、像高 $h=2.25\text{mm}$ が必要となる。

【0011】また、絞りを一杯に絞り込んだ時でも像面に光線が到達するためには、光線が絞り面の中心を通る必要がある。

【0012】図8に示す光線dは、以上の条件を満たすように前側（物体側）に光線追跡を行うことによって得られるものであり、光学設計用ソフトウェアを用いて各レンズ面にスネルの法則を適用することによって計算される。その結果、光線dとレンズb2の物体側の面（「S3」とする。）との交点Aが決まり、レンズb2を光軸L-Lに対して直交する方向に移動させた時に得られる交点Aの高さhによって有効径が規定される（高さhとレンズb2の移動量との和を2倍したものが有効径となる。）。

【0013】図9はアフォーカル部A1Fにおける後側のレンズb2を可動レンズとした場合の該可動レンズの有効径について説明するための概略図である。

【0014】図9(a)は撮影レンズ系eの前に配置されるレンズb2の中央が丁度光軸上に位置している場合の光線f1、f2を示し、また、図9(b)は、レンズb2が矢印Bに示すように光軸L-Lに対して直交する方向に移動した場合の光線g1、g2を示している。両者の比較から明らかなように、光線f2に比べて光線g

3

2の方がレンズb2の周縁寄りの位置を通過するため、有効径が大きくなってしまいう傾向がある。つまり、後側のレンズb2を移動することで像ブレ補正を行っている場合には、補正量（つまり、レンズb2の移動量）が大きくなるにつれて、レンズb2の周縁部から光が外れないように有効径を大きくしなければならない。

【0015】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明は上記した課題を解決するために、光軸方向に移動不能とされた第1群と、該第1群に続く変倍群とが物体側からこの順に配置されてなる像ブレ補正変倍光学系において、第1群がアフォーカル系の前群と正の屈折力をもつ後群とによって構成されるとともに、前群が可動群とその後方に配置される固定群とからなり、変倍光学系が傾いた時にレンズ移動手段によって可動群が光軸に対して直交する方向に移動されるようにしたものである。

【0016】

【作用】本発明によれば、アフォーカル系前群において前側レンズ群を可動群とし、その後方に固定群を配置することによって、可動群の移動量が大きくなっても、固定群のレンズ周縁部から光が外れ難くなるので、固定群に係るレンズの有効径を小さくすることができる。

【0017】

【実施例】以下に、本発明像ブレ補正変倍光学系を図示した各実施例に従って説明する。図1は本発明像ブレ補正変倍光学系の基本構成を示すものであり、図中に「L-L」で示す軸は全系の光軸を示している。

【0018】光学系Aは、物体側から順に第1群A1、変倍群A2が配置された変倍光学系の構成を有している。

【0019】第1群A1は、物体側から順にアフォーカル系の前群A1F（以下、「アフォーカル部」という。）と正の屈折力をもつ後群A1Rとが配置されてなり、前群A1Fは物側に位置した可動群A1Faと、その後方に位置する固定群A1Fbとから構成されている。

【0020】可動群A1Faはレンズ移動手段LDによって光軸L-Lに対して直交する方向に移動されてその位置制御が行われるようになっている。尚、図示は省略するが、光学系Aの傾きを検出して可動群A1Faの移動制御を行なう制御系としては、例えば、光学系Aの縦揺れや横揺れをセンサーで検出して、その出力信号をマイクロコンピュータ等の制御部によって処理した後、レンズ移動手段LDに制御信号を送出することによって像ブレの補正を行う構成を挙げることができる。

【0021】図2は光学系Aの構成例を示す概略図であり、第1群のアフォーカル部A1Fのみを示している。

【0022】アフォーカル部A1Fは、負の屈折力をもつ可動群LS1と、正の屈折力をもつ固定群LS2とによって構成されている。

4

【0023】図4はアフォーカル部における前側のレンズ群を可動群LS1とした場合の固定群LS2の有効径について図9と対比して説明するための概略図であり、図中のレンズ系eはアフォーカル部A1Fを除いた撮影レンズ系を示している。

【0024】図4(a)は、可動群LS1の中央が丁度光軸L-L上に位置している場合の光線f1、f2を示し、また、図4(b)は、可動群LS1が矢印Bに示すように光軸L-Lに対して直交する方向に移動した場合の光線i1、i2を示している。両者の比較から明らかに、光線i1、i2が光線f1、f2の近辺を通るため、図9の場合に比べて固定群LS2の有効径が小さくなる。つまり、前側の可動群LS1を移動させることによって像ブレ補正を行う場合には、補正量（つまり、可動群LS1の移動量）が大きくなっても、固定群LS2の周縁部から光が外れ難くなるという傾向がある。

【0025】上記の可動群LS1と固定群LS2はともにアフォーカル系を構成しているので、屈折力に関する両者の関係を逆転させることが可能である。

【0026】即ち、図3に示すように、正の屈折力をもつ可動群LT1を前側に配置し、その後ろに負の屈折力をもつ固定群LT2を配置した構成にしても良い。

【0027】次に、本発明に係る実施例1及び2について説明する。

【0028】尚、実施例1では可動群A1Faが負レンズ、固定群A1Fbが正レンズとされ、他方、実施例2では可動群A1Faが正レンズ、固定群A1Fbが負レンズとされている。

【0029】以下で用いる記号の定義を下表1にまとめて示す。

【0030】

【表1】

5

記号	意味
r	面の曲率半径
d	面間隔
N	d 線の屈曲率
ν	アッベ数
f	全系の焦点距離
FNO	全系のFナンバー
ω	半画角

6

【0031】尚、表1の諸量のうち f 、 r 、 d については後述する数値表において $f=1$ に正規化した場合の値を示す。

【0032】図5は実施例1を示すものであり、光学系1Aは5つのレンズ群から構成されており、第1群G1を構成する最も物体側のアフォーカル部A1Fは、可動の負レンズの後方に固定の正レンズが配置された構成されている。そして、第1群G1を構成する後群A1Rが3枚のレンズによって構成され、第2群G2が3枚のレンズ、第3群G3が1枚のレンズ、第4群G4が2枚のレンズ、第5群G5が3枚のフィルターによってそれぞれ構成されている。

【0033】レンズの各面に面番号（これを「 i 」とする。）を付すにあたって、物体側から像面側に行くにつれて1ずつ増加するものとし、各面の曲率半径 r_i （ $i=1, 2, 3, \dots$ ）やレンズ間隔 d_i （ $i=1, 2, 3, \dots$ ）についても、その添え字 i が物体側から像面側に行くにつれて1ずつ増加するものと定義して、光学系1Aの構成を数値表で示したものが下表である。

【0034】

【表2】

面番号	r	d	N	ν
1	-10.5857	0.4461	1.49200	58.00
2	14.0448	0.3310		
3	14.9903	1.3949	1.49200	58.00
4	-19.4059	0.2231		
5	10.4735	0.2454	1.84666	23.78
6	6.0939	0.8854	1.62041	60.34
7	-141.1298	0.0446		
8	5.2981	0.5524	1.62041	60.34
9	11.2874	variable		
10	8.4710	0.1561	1.83400	37.35
11	1.3982	0.9536		
12	-4.6685	0.1976	1.60342	38.01
13	1.8223	0.4623	1.92286	20.88
14	8.3807	variable		
15	INFINITY(stop)	0.1561		
16	4.0685	0.4709	1.58913	61.25
17	-15.7475	variable		
18	2.7786	0.1561	1.84666	23.78
19	1.4967	1.0350	1.58913	61.25
20	-5.3164	variable		
21	INFINITY	0.3569	1.51680	64.20
22	INFINITY	0.4573	1.55282	63.42
23	INFINITY	0.1785		
24	INFINITY	0.1673	1.55671	58.56
25	INFINITY			

【0035】尚、本例において、 $f=1\sim 14$ 、 $FNO=1:1.65\sim 2.64$ 、 $2\cdot\omega=55.7\sim 4.1$ とされている。

【0036】表2中、「INFINITY」は曲率半径が無限大、つまり平坦面であることを示し、r15に示す「STOP」は、絞りを意味している。また、屈折率Nにおける空欄では空気についての屈折率を省略している。

【0037】そして、「variable」はレンズが光軸方向に移動する可動レンズであることを示している。本例では、レンズ間隔d9、d14、d17、d20が可変長であり、焦点距離fとの関係を下表に示す。

【0038】

【表3】

d \ f	1.0000	2.6110	13.9543
d 9	0.3792	3.1512	5.9233
d 14	5.8675	3.0955	0.3234
d 17	2.1235	1.5684	2.5161
d 20	1.4566	2.0130	1.0650

【0039】尚、面番号1=2、4、17、20のレンズ面は、下式で表される非球面形状とされており、それ

らの非球面係数を表形式で示すと下表のようになる。
尚、非球面の光軸方向の座標を「Xa」とし、光軸から
の距離を「y」としている。

*【0040】
【数1】

$$|Xa| - |Xs| < 0$$

ここで、

$$Xa = \frac{c \cdot y^2}{1 + \sqrt{1 - c^2 \cdot y^2}} + \sum_{i=1}^N A_{2i} \cdot y^{2i}$$

$$Xs = \frac{c \cdot y^2}{1 + \sqrt{1 - c^2 \cdot y^2}}$$

cは近軸曲率、 A_{2i} は $2i$ （偶数）次の非球面係数である。

【0041】

※ ※【表4】

面番号	A_4	A_6	A_8
2	-1.03489e-04	-2.07376e-06	5.61341e-08
4	9.19560e-05	1.31157e-06	-1.45478e-08
17	4.68492e-03	8.58483e-04	-2.79114e-04
20	4.17919e-03	-4.44989e-03	1.55411e-03

【0042】本例では、非球面係数の次数は4、6、8とされている。また、表中の「e」は10を底とする指数表現を意味している。

【0043】図5中の光線c1は、光軸L-Lに対して角度 θ をもってレンズ系1Aに入射する光に対して、第2レンズを矢印Bの方向に移動させることによって光軸L-Lに沿うように像ブレ補正を行った時の光路を示している。

【0044】また、光線d1は、図8に示す光線dと同様に、有効受光面や絞り面での通過位置に関する条件を満たすように光線追跡を行うことで得られるものであり、光線d1と第2レンズの物体側の面（面番号1=3）との交点A1の高さh1の2倍が有効径である。

【0045】図6は実施例2を示すものであり、光学系

30 1Bは5つのレンズ群から構成されており、第1群G1を構成する最も物体側のアフォーカル部A1Fは可動の正レンズの後方に固定の負レンズが配置された構成されている。そして、第1群G1を構成する後群A1Rが3枚のレンズによって構成され、第2群G2が3枚のレンズ、第3群G3が1枚のレンズ、第4群G4が2枚のレンズ、第5群G5が3枚のフィルターによってそれぞれ構成されている。

40 【0046】前記した実施例1の場合と同様に、レンズの面番号や各面の曲率半径、レンズ間隔を定義して、光学系1Bの構成を数値表で示したものが下表である。

【0047】
【表5】

面番号	r	d	N	ν
1	19.4059	1.3949	1.49200	58.00
2	-14.9903	0.3310		
3	-14.0448	0.4461		
4	19.5857	0.2231	1.49200	58.00
5	10.4735	0.2454		
6	6.0939	0.8654		
7	-141.1298	0.0446	1.62041	60.34
8	5.2981	0.5524		
9	11.2874	variable		
10	8.4710	0.1561	1.83400	37.35
11	1.3982	0.9536		
12	-4.6665	0.1976		
13	1.8223	0.4623	1.60342	38.01
14	8.3807	variable		
15	INFINITY(stop)	0.1561		
16	4.0685	0.4709	1.92286	20.88
17	-15.7475	variable		
18	2.7786	0.1561		
19	1.4967	1.0850	1.58913	61.25
20	-5.3164	variable		
21	INFINITY	0.3569		
22	INFINITY	0.4573	1.51680	64.20
23	INFINITY	0.1785		
24	INFINITY	0.1678		
25	INFINITY		1.55232	63.42
			1.55671	58.56

【0048】尚、本例において、 $f=1.1\sim 15.5$ 、 $FNO=1:1.65\sim 2.64$ 、 $2\cdot\omega=51\sim 3.7$ である。また、表5中の、「INFINITY」、「variable」等の意味については前述した通りである。

【0049】また、実施例2において、レンズ間隔d 9、d 14、d 17、d 20が可変長であり、これらと焦点距離fとの関係は前記表3と同じである。また、面番号1=2、4、17、20のレンズ面が非球面形状とされており、それらの非球面係数は前記表4に示した通りである。

【0050】図6中の光線c 2は、光軸L-Lに対して角度 θ をもって光学系1Bに入射する光に対して、第2レンズを矢印Dの方向に移動させることによって光軸L-Lに沿うように像ブレ補正を行った時の光路を示して

いる。

【0051】また、光線d 2は、図8に示す光線dと同様に、有効受光面や絞り面での通過位置に関する条件を満たすように光線追跡を行うことで得られるものであり、光線d 2と第2レンズの物体側の面（面番号1=3）との交点A 2の高さh 2の2倍が有効径である。

【0052】下表は、本発明に係る光学系1A、1Bと前記の光学系a（その構成面は数値表3と同じとしている。）について補正角 $\theta=1.16^\circ$ の場合に、fを1に正規化したときの可動レンズ（光学系1A、1Bでは第1レンズ、光学系aでは第2レンズ）の移動量m（上方を正方向、下方を負方向とする。）と、2枚目（後側）のレンズ有効径 ϕ とを比較して示すものである。

【0053】

【表6】

13 14	移動量 m	有効径 ϕ
光学系 a	-0.935	6.17
光学系 1 A	+0.935	5.50
光学系 1 B	-0.951	5.32

【0054】光学系1A、1Bにおける2枚目（後側）のレンズ有効径 ϕ が光学系aのレンズ有効径に比べて小さいことが分かる。

【0055】尚、光学系1Aと1Bとの比較においては、アフォーカル部の可動レンズを両凸レンズとする方が光学系の全長に関して有利である。これは、アフォーカル部の後群が正レンズであって物側面が凸状であるため、その前方に位置する固定レンズを両凹レンズとした方がレンズ間隔を小さくすることができるからである。

【0056】逆に、画角についてはアフォーカル部の可動レンズを両凹レンズとする方が有利である。これは、可動レンズが両凸レンズの場合には焦点距離が長くなるためである。

【0057】図7(a)は、撮影レンズeと、その焦点F1及び主点H1、焦点距離f1を示すものであり、図7(b)は撮影レンズeの前方に光学系1Bの場合と同様に両凸レンズと両凹レンズとを前方からこの順で配置したときの焦点F2及び主点H2、焦点距離f2を示し、また、図7(c)は撮影レンズの前方に光学系1Aの場合と同様に両凹レンズと両凸レンズとを前方からこの順で配置したときの焦点F3及び主点H3、焦点距離f3を示すものである。

【0058】図7(b)のように、前側に両凸レンズを配置すると、焦点距離が長くなって画角が小さくなってしまいが、図7(c)のように、前側に両凹レンズを配置すると、焦点距離が短くなり、画角を大きくとることができる。

【0059】

【発明の効果】以上に記載したところから明らかなように、請求項1に係る発明によれば、アフォーカル系前群において前側レンズ群を可動群とし、その後方に固定群を配置することによって、可動群の移動量が大きい場合でも、固定群のレンズ周縁部から光が外れ難くなるので、固定群に係るレンズの有効径を小さくすることができる。

【0060】また、請求項2に係る発明によれば、可動群を正レンズとし、固定群を負レンズとすることで固定

群と正の屈折力をもつ後群とのレンズ間隔が短くなり、これによって光学系の全長を短くすることができる。

【0061】請求項3によれば、可動群を負レンズとし、固定群を正レンズとすることによって、系の焦点距離を短くして大きな画角を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る像ブレ補正変倍光学系の基本構成を示す概略図である。

【図2】本発明に係る像ブレ補正変倍光学系においてアフォーカル部の可動群を負レンズ、固定群を正レンズとした例を示す図である。

【図3】本発明に係る像ブレ補正変倍光学系においてアフォーカル部の可動群を正レンズ、固定群を負レンズとした例を示す図である。

【図4】図2の光学系において可動レンズの有効径について説明するための概略図であり、(a)は可動群LS1の中央が丁度光軸L-L上に位置している状態を示し、(b)は可動レンズLS1が光軸L-Lに対して直交する方向に移動した状態を示す。

【図5】本発明に係る実施例1Aの構成を示す図である。

【図6】本発明に係る実施例1Bの構成を示す図である。

【図7】アフォーカル系前群の可動レンズを両凹レンズとする利点について説明するための概略図である。

【図8】従来の構成例を示す図である。

【図9】従来の問題点について説明するための図である。

【符号の説明】

A 像ブレ補正変倍光学系

A1 第1群

A1F アフォーカル部（前群）

A1Fa 可動群

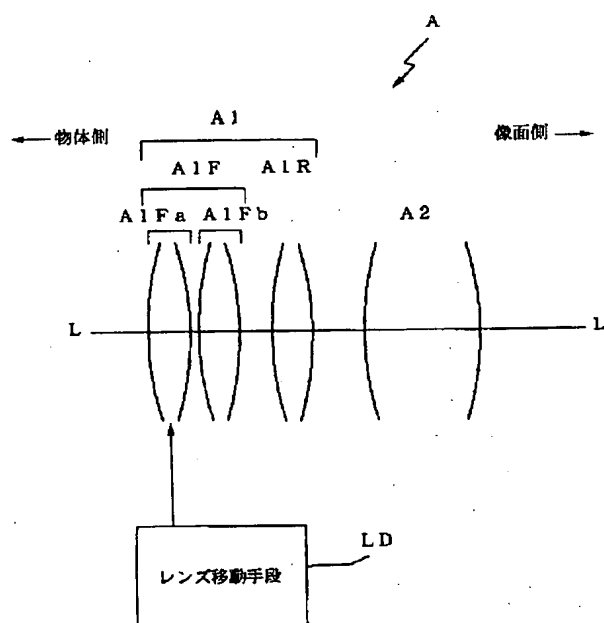
A1Fb 固定群

A1R 後群

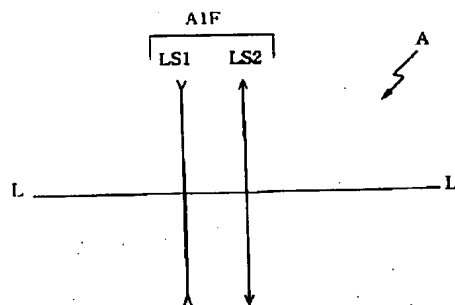
LD レンズ移動手段

1A、1B 像ブレ補正変倍光学系

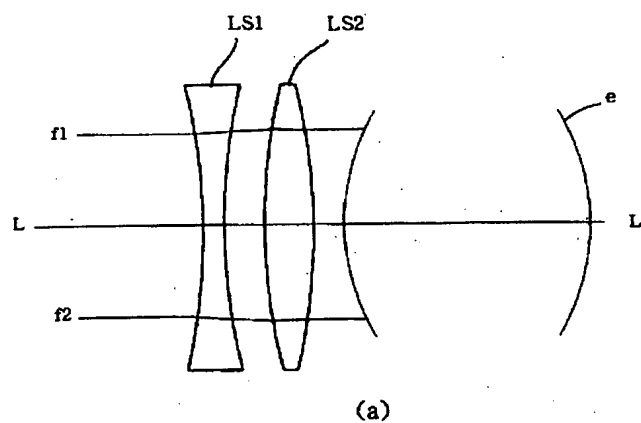
【図1】



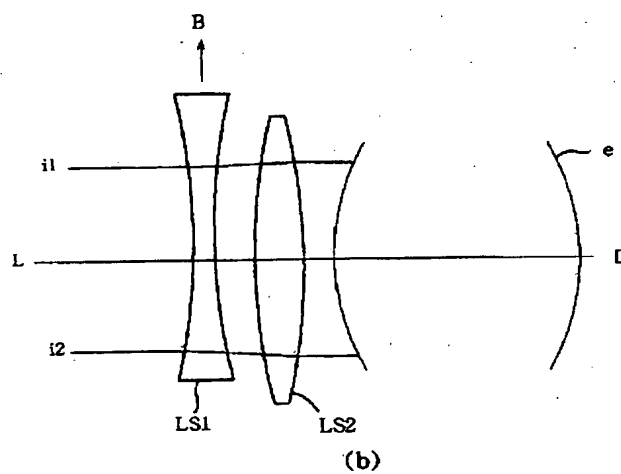
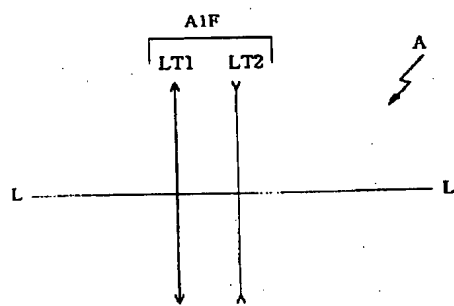
【図2】



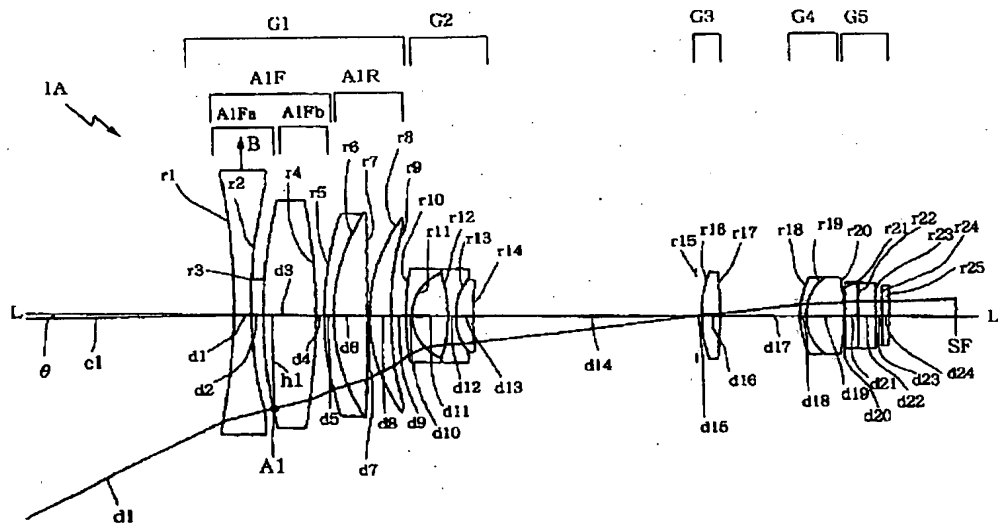
【図4】



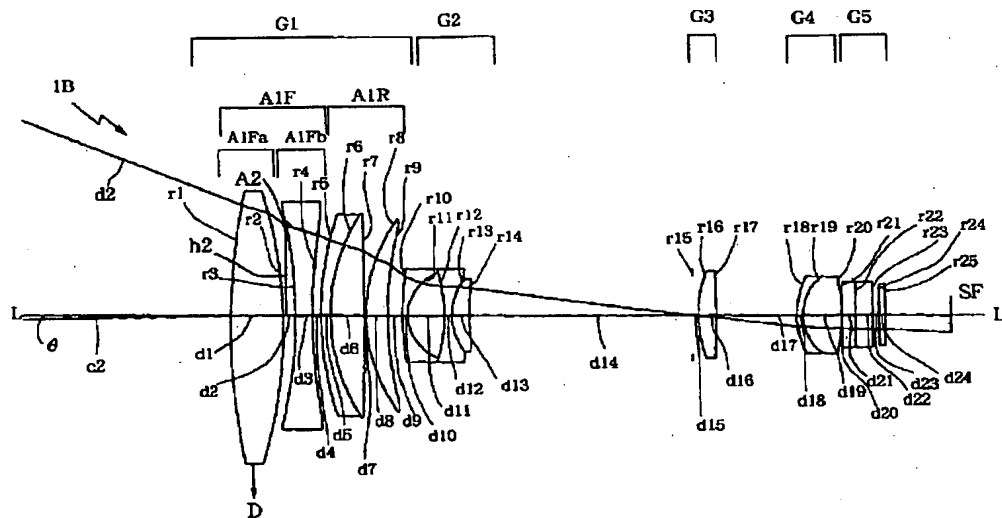
【図3】



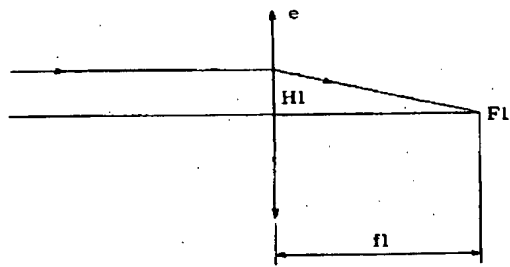
【図5】



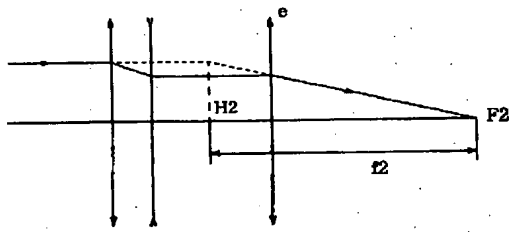
【図6】



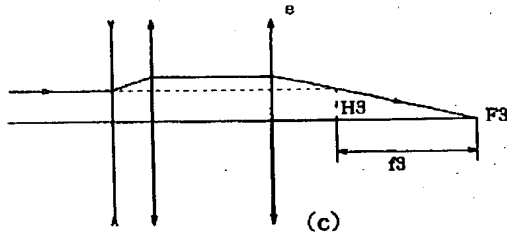
【図7】



(a)

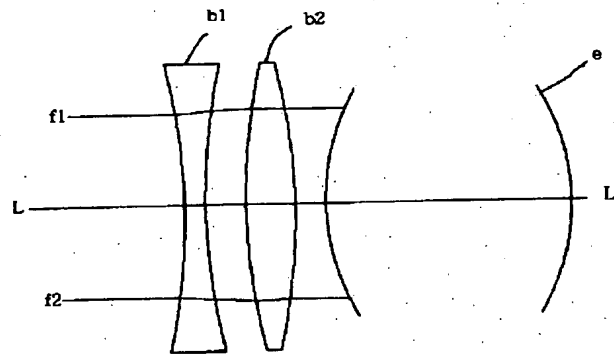


(b)

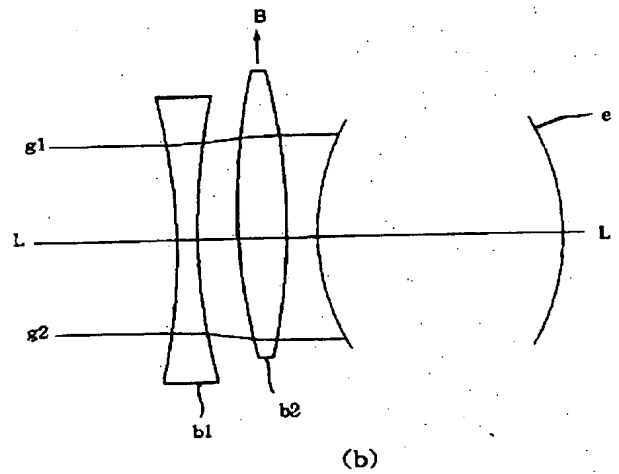


(c)

【図9】



(a)



(b)

【図8】

